

Universidade de Lisboa  
Faculdade de Ciências  
Departamento de Física



## **Tecnologia RFID: Caso de Estudo Aplicado à Logística Hospitalar**

**Gonçalo Filipe Almeida Condeço**

Dissertação

Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica e Biofísica

Engenharia Clínica e Instrumentação Médica

Dissertação orientada por:

Professor Doutor Hugo Ferreira

Dr. João Coutinho

**2015**



Universidade de Lisboa  
Faculdade de Ciências  
Departamento de Física



## **Tecnologia RFID: Caso de Estudo Aplicado à Logística Hospitalar**

**Gonçalo Filipe Almeida Condeço**

Dissertação

Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica e Biofísica  
Engenharia Clínica e Instrumentação Médica

Dissertação orientada por:

Professor Doutor Hugo Ferreira

Dr. João Coutinho

**2015**



*Temos que saber inovar para conseguirmos passar o  
melhor possível os momentos mais difíceis.*

**Dr. Alexandre Solleiro**



## RESUMO

**Contextualização:** A Identificação por Radiofrequência (RFID) é uma tecnologia emergente que tem vindo a ser aplicada com sucesso em diversas áreas, tais como, logística, transportes, serviços ou agricultura. Na área da saúde existem ainda poucos hospitais a utilizar esta tecnologia, pois as vantagens e desvantagens da utilização da RFID, expressas em vários estudos, têm sido recebidas pelos gestores das instituições de saúde com algum ceticismo.

Nos hospitais os custos associados à logística constituem a segunda maior despesa da instituição. Neste sentido, muitas organizações de saúde têm vindo a investigar o que a tecnologia RFID pode fazer para melhorar a eficiência operacional e a redução de custos associados aos processos logísticos.

**Objetivo:** A presente dissertação teve como objetivo principal demonstrar os benefícios da tecnologia RFID, quer operacionais quer económicos, quando aplicados à logística hospitalar.

**Materiais e Métodos:** O Centro Hospitalar Lisboa Norte (CHLN) foi a população-alvo escolhida para o estudo apresentado. O CHLN é constituído por 2 hospitais, Hospital de Santa Maria (HSM) e Hospital Pulido Valente (HPV) e 1 armazém central situado no HSM, o qual reabastece os dois hospitais. Uma vez que o HPV encontra-se localizado longe do armazém central assistentes operacionais têm de se deslocar ao HPV várias vezes por semana quer para fazer pedidos ao armazém central quer para fazer o reabastecimento dos materiais. De modo a verificar a eficácia da tecnologia RFID no circuito logístico, foram medidos indicadores-chave de desempenho na gestão de *stocks*, antes e depois da implementação de 1 painel de RFID de alta frequência num armazém avançado do HPV.

**Resultados:** Com a implementação de apenas 1 painel RFID, o CHLN obteve uma redução de 88% no tempo médio por pedido e uma diminuição do número de deslocações do assistente operacional ao HPV, que se traduz em ganhos de 15.35€/semana, ou seja, uma poupança anual de 798.2€.

**Conclusão:** A implementação do sistema RFID permitiu ao CHNL obter um conjunto de benefícios, tanto económicos como operacionais. A implementação de painéis RFID em todos os armazéns avançados do HPV permitiria ao CHLN obter informação das necessidades de reposição em tempo real, eliminado assim a necessidade de solicitações de reabastecimento e consequentemente as deslocações dos assistentes operacionais para desempenharem esta tarefa. A introdução desta tecnologia no CHLN iria produzir uma considerável redução de custos em todo o circuito logístico.

**Palavras-chave:** CHLN; Logística; Painel RFID; Tecnologia RFID; Armazém avançado HPV.

## ABSTRACT

**Background:** Radio frequency identification (RFID) is an emerging technology that have been successfully applied in several areas such as, supply chain, transportation, services or agriculture.

In healthcare sector there are still few hospitals using this technology, since the different advantages and disadvantages expressed in various studies of the challenges regarding the use of the RFID technology have been met with scepticism by managers of healthcare organizations.

In the hospitals, the logistics costs constitute the second largest expenditure. Consequently, many organizations are researching what RFID can do to improve operating efficiency and decrease costs associated with logistics processes.

**Objectives:** The aim of this thesis was to demonstrate the RFID technology benefits, both economic and operational, when applied to hospital logistics.

**Materials and Methods:** The Centro Hospitalar Lisboa Norte (CHLN) was the population chosen to perform the present study. CHLN comprises two hospitals, Hospital de Santa Maria (HSM) and Hospital Pulido Valente (HPV), and one central warehouse placed in HSM which replenishes both hospitals. Since HPV is located far away from warehouse, operational assistants must to travel several times a week to do the requests and to replenish the HPV with medication and medical materials. In order to confirm the RFID technology effectiveness in the logistics circuit, inventory management key performance indicators were measured before and after the implementation of a high-frequency RFID panel, placed in one ward of the HPV.

**Results:** With only one RFID panel implemented, CHLN achieved a reduction of 88% in the average time per request and also a decrease in the number of travels made by the operational assistants to HPV, which represents a reduction in travel expenses of 15,35€/week, an annual saving of 798.2€/year.

**Conclusion:** The implementation of RFID system allowed for CHNL reach both economic and operational benefits in the logistics processes. The implementation of several panels across HPV wards, would allow for CHLN obtaining information about the replenishment needed in real-time, eliminating the need for replenishment requests or for moving elements from the warehouse to wards, which would produce a considerable costs reduction in the logistics circuit.

**Keywords:** CHLN; Hospital Logistic; RFID panel; RFID tecnhology; HPV ward.



## AGRADECIMENTOS

A presente dissertação não teria sido possível sem o contributo, ajuda e suporte de muitas pessoas que me seguiram de várias formas, quer nesta fase, quer ao longo de todos estes anos. Obrigado por todo o conhecimento que me transmitiram, necessário para concretizar este trabalho.

Gostaria de começar por demonstrar o meu muito obrigado ao meu orientador Professor Doutor Hugo Ferreira, que me acompanhou e guiou ao longo de todo este percurso. Agradeço todos os seus conselhos, toda a sua paciência e por todas as dúvidas que me ajudou a ultrapassar.

O meu coorientador, Professor Doutor João Coutinho, foi também um elemento fundamental em todo este trabalho, pois permitiu-me ter acesso a todo o equipamento tecnológico do sistema RFID. Agradeço todo o seu conhecimento transmitido, e todo o tempo gasto comigo.

Agradeço a todos os meus professores da FCUL por todo o conhecimento académico transmitido, pela ajuda e inspiração dada ao longo de todo o mestrado.

Um agradecimento especial a todos os meus amigos que me ajudaram e encorajaram a concluir todo este trabalho. Catarina, obrigado por toda a força que me deste para seguir em frente, a tua motivação, e pelos teus conselhos sábios.

Finalmente, e mais importante, gostaria de agradecer a toda a minha família. Mãe, pai e irmãos agradeço toda a ajuda que me deram, pelos momentos difíceis que me ajudaram a ultrapassar, e por contribuírem para a pessoa que sou hoje. Obrigado!



# ÍNDICE

Resumo .....	v
Abstract .....	vi
Agradecimentos .....	vii
Índice .....	ix
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas.....	xiii
Índice de Anexos .....	xiv
Lista de Acrónimos .....	xv

## CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

---

1. Introdução.....	3
1.1. Contextualização.....	4
1.2. Objetivos.....	5
1.3. Estrutura .....	5

## CAPÍTULO 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

---

2. Enquadramento Teórico .....	7
2.1. A Tecnologia RFID .....	9
2.1.1. Principais elementos de um sistema RFID .....	11
2.1.2. Protocolos e Padrões de Comunicação.....	13
2.1.3. Software de Desenvolvimento de Aplicações RFID.....	15
2.1.4. Vantagens e limitações da utilização de sistemas RFID .....	17
2.1.5. Aplicações dos Sistemas RFID .....	18
2.2. A Tecnologia RFID no circuito logístico hospitalar .....	19

## CAPÍTULO 3. METODOLOGIA DA DISSERTAÇÃO

---

3. Metodologia da Dissertação .....	21
3.1. Materiais e Métodos .....	21
3.1.1. Caracterização do Hospital Pulido Valente .....	21
3.1.2. Modelo Logístico implementado no serviço X do HPV .....	21
3.1.3. Modelo Logístico a implementar.....	25
3.2. Medições .....	29

**CAPÍTULO 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

---

**4. Resultados e Discussão.....33**

**CAPÍTULO 5. CONCLUSÃO**

---

**5. Conclusão .....39**  
5.1. Perspetivas Futuras ..... 40

**REFERÊNCIAS**

---

**Referências .....43**

**ANEXOS**

---

**Anexos .....46**

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Variáveis a ter em consideração na otimização da gestão dos processos logísticos... 7	7
<b>Figura 2</b> – Representação da complexidade dos processos logísticos envolvidos em unidades que prestam serviços de saúde (4). .... 8	8
<b>Figura 3</b> – Paciente com pulseira código de barras à esquerda, e à direita com uma pulseira RFID. .... 9	9
<b>Figura 4</b> – Principais componentes de um sistema RFID. A etiqueta RFID é lida pelo leitor, que transmite a informação para uma base de dados. A informação pode ser disponibilizada na internet para outros sistemas ou aplicações. .... 10	10
<b>Figura 5</b> – Representação de uma antena RFID, ligada a um leitor que emite e recebe o sinal da <i>tag</i> (12). .... 11	11
<b>Figura 6</b> - Representação de uma etiqueta RFID, composta por um microchip onde a informação é armazenada, e por uma antena integrada que permite a transmissão dos dados. .... 12	12
<b>Figura 7</b> - Representação de um código EPC que se encontra na memória de uma tag RFID em conformidade com a norma EPCglobal (13). .... 15	15
<b>Figura 8</b> - Representação da arquitetura da framework “Sun Java System RFID” (16). .... 16	16
<b>Figura 9</b> - Representação do sistema RFID aplicado à cadeia logística da empresa de vestuário Throttleman (18). .... 18	18
<b>Figura 10</b> – <i>Tracking</i> de pacientes e dispositivos médicos numa instituição hospitalar (19). .... 19	19
<b>Figura 11</b> – Ciclo de validação das quebras de <i>stock</i> no armazém avançado dos serviços de medicina do HPV. .... 22	22
<b>Figura 12</b> – Ciclo de reposição das quebras de <i>stock</i> no armazém avançado dos serviços de medicina do HPV. .... 23	23
<b>Figura 13</b> - Sistema de gestão de <i>stocks</i> do armazém avançado dos serviços de medicina no HPV. .... 24	24
<b>Figura 14</b> – A utilização do painel RFID no processo de gestão de consumíveis clínicos no armazém avançado do HPV, elimina a necessidade do operacional responsável por validar as ruturas de <i>stock</i> . .... 26	26
<b>Figura 15</b> – Leitor RFID UHF Keonn M6e. .... 26	26
<b>Figura 16</b> – Painel da Zetes Burótica com o leitor RFID UHF Keonn M6e incorporado no seu interior. .... 27	27
<b>Figura 17</b> – Etiquetas RFID utilizadas no ensaio laboratorial do sistema RFID. .... 27	27

<b>Figura 18</b> – Sistema de gestão de <i>stocks</i> otimizado, substituindo o código de barras pela tecnologia RFID. ....	28
<b>Figura 19</b> – Ciclos de validação de quebras de <i>stock</i> de consumíveis clínicos por semana no armazém avançado dos serviços de medicina do HPV. ....	34
<b>Figura 20</b> – Representação da carga de trabalho para o armazém central, i.e., o número de consumíveis clínicos pedidos ao armazém central no modelo implementado no HPV. ....	36

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Normas e padrões específicos segundo a ISO/IEC (8).....	14
<b>Tabela 2</b> - Comparação entre a tecnologia RFID e um sistema de códigos de barras (10).....	17
<b>Tabela 3</b> - Informação sobre as opções de percurso entre o armazém central e o armazém avançado (16).....	22
<b>Tabela 4</b> – Métricas de <i>performance</i> obtidas para ambos os modelos logísticos.....	33

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> - Serviços do Hospital Pulido Valente. ....	47
<b>Anexo 2</b> - Tabela com as especificações técnicas do leitor RFID cedidas pelo fabricante. ....	48



## LISTA DE ACRÓNIMOS

<b>APIs</b>	Application Programming Interface
<b>CHLN</b>	Centro Hospitalar Lisboa Norte
<b>CSCMP</b>	Council of Supply Chain Management Professionals
<b>EPC</b>	Electronic Product Code
<b>HPV</b>	Hospital Pulido Valente
<b>HSM</b>	Hospital Santa Maria
<b>KPM</b>	Key Performance Metrics
<b>RFID</b>	Radio Frequency Identification
<b>SCM</b>	Supply Chain Management



# **CAPÍTULO 1.**

## **INTRODUÇÃO**

---

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo do último século, as atividades logísticas passaram por várias fases de evolução, desde a sua conceção inicial, simples ato de entregar um produto, até à fase em como as conhecemos hoje, de integração total, resultado da globalização e do desenvolvimento das tecnologias de informação desde os anos 90. A partir dessa altura a Gestão Logística passa a ser considerada uma arma estratégica entre empresas e organizações, desenvolvendo-se o importante conceito lato de Gestão da Cadeia de Abastecimento (SCM, *Supply Chain Management*) (1).

De acordo com o Conselho de Profissionais da Gestão da Cadeia de Abastecimento, podemos definir a Gestão Logística como, parte integrada da Gestão da Cadeia de Abastecimento responsável pelo:

*“planeamento, implementação e controlo do fluxo eficiente e economicamente eficaz dos materiais, serviços e informações relativas desde o ponto de origem até ao consumidor final – ponto de consumo, com o propósito de atender as exigências dos clientes” (1).*

A título de exemplo podemos considerar a gestão de transporte de entrada e saída de produtos, armazenamento de produtos, atendimento de pedidos, gestão de *stocks*, controlo de inventário, planeamento da oferta/procura, como algumas das atividades da responsabilidade da Gestão Logística.

Podemos assim considerar a Gestão Logística como função integrada de uma empresa, cuja missão é tornar disponíveis os produtos e serviços desejados, em tempo e local corretos, produzindo a maior eficiência possível para a organização para que esta se mantenha competitiva e produtiva financeiramente. Por esta razão, no presente, a Gestão Logística é tratada como um assunto estratégico com um lugar de destaque nas empresas, já que muitas vezes, é-lhe atribuída o sucesso ou insucesso das organizações (2).

Neste sentido, e considerando as instituições prestadoras de cuidados de saúde como uma das áreas que requer maior atenção, já que a despesa pública em saúde representa uma parcela relevante do total da despesa do país, a presente tese foca a Logística Hospitalar como tema principal.

A Logística Hospitalar desempenha um papel importante na redução de custos de um hospital. De acordo com Poulin, cerca de 30% a 46% dos gastos hospitalares estão diretamente

relacionados com atividades logísticas e, aproximadamente, metade dos custos associados aos processos da cadeia de abastecimento poderiam ser eliminados através de melhores práticas e processos otimizados (2).

Segundo Messner a eficiência do sistema nacional de saúde em Portugal encontra-se atrás de quase todos os outros países da UE 15. Assim, o espaço para melhorar e otimizar o sector dos cuidados de saúde em Portugal é especialmente grande (3).

Neste setor de escassos recursos, grandes expectativas por parte dos utentes e níveis de despesa cada vez mais elevados, a redução de custos nos cuidados de saúde assume grande importância. A principal vantagem em otimizar todo o circuito logístico hospitalar, em comparação com outros meios de melhoria, é que uma gestão logística hospitalar eficiente e eficaz reduz os custos hospitalares sem reduzir o serviço e a qualidade prestados ao utente (4).

Assim, é fundamental para os hospitais a redução de custos em atividades logísticas, através da adoção de técnicas modernas para gerir e controlar *stocks*.

### **1.1. Contextualização**

A logística hospitalar é constituída por múltiplos processos que podem estar relacionados com as mais variadas áreas no setor, entre as quais, assinalamos o circuito logístico dos materiais de consumo clínico. Através de uma gestão eficiente e eficaz e com a utilização de soluções adequadas é possível otimizar todo este circuito.

Assim, os processos logísticos desempenhados dentro da cadeia de gestão destes bens consumíveis podem ser otimizados com recurso às mais variadas tecnologias, de onde se destaca, como tema central da presente dissertação a Tecnologia de Identificação por Radiofrequência (*Radio Frequency IDentification*, RFID).

A RFID enquadra-se num dos ramos das tecnologias de autoidentificação sem fios, a qual permite uma identificação automática de recursos humanos e materiais. Esta tecnologia é utilizada para identificação de objetos, aos quais se associa uma etiqueta ou *tag* RFID que utiliza ondas de radiofrequência para transmissão de dados, o mesmo tipo de ondas utilizado por um router wireless convencional. Estes dados são captados por um leitor RFID que os interpreta, e posteriormente, os envia para um sistema informático para se proceder à extração de informação útil.

A tecnologia RFID tem vindo a ganhar relevância na gestão e na utilização de equipamentos médicos e consumíveis, permitindo a otimização de vários processos logísticos relacionados.

Nesta área em específico, a solução passa por associar uma etiqueta RFID a um determinado consumível clínico. Estas *tags* são, posteriormente, identificadas por um leitor RFID quando existe necessidade de reabastecimento do produto ao qual estão associados, permitindo assim gerir o *stock* do consumível (5).

## **1.2. Objetivo**

O objetivo desta tese de Mestrado foi estudar os benefícios da aplicação de um modelo logístico de gestão de consumíveis clínicos no sector hospitalar, com recurso à Tecnologia RFID no Hospital Pulido Valente, HPV. Este modelo pretendeu otimizar o processo logístico de gestão de consumíveis clínicos no armazém avançado do hospital.

Pretendeu-se, objetivamente, otimizar o processo de gestão logístico dos consumíveis clínicos no armazém avançado dos serviços de medicina, e consequentemente, a melhoria de gestão de *stocks* no armazém central do HPV.

## **1.3. Estrutura**

A presente dissertação encontra-se estruturada em 5 capítulos principais. No segundo capítulo é feito o enquadramento teórico, onde são abordados os principais conceitos da tecnologia RFID, assim como a sua aplicação no setor hospitalar. Explica-se quais os principais componentes de um sistema RFID, os protocolos de comunicação envolvidos na identificação por radiofrequência, o *software* utilizado para desenvolver aplicações RFID, e as principais vantagens e limitações da sua utilização.

No capítulo 3 é clarificada a metodologia utilizada nos ensaios: subcapítulo 3.1.1. e 3.1.2. identifica-se a organização do Hospital Pulido Valente, assim como, o modelo logístico de gestão de consumíveis clínicos no armazém avançado do serviço X; no subcapítulo 3.1.3. é apresentado o modelo logístico melhorado com recurso à Tecnologia RFID. No subcapítulo 3.2. identificam-se quais os dados relevantes necessários para avaliar a *performance* de ambos os modelos logísticos de gestão de consumíveis clínicos.

Os resultados estão descritos no capítulo 4, assim como a sua discussão. Comparam-se os dados de métricas de *performance* de ambos modelos logísticos para se perceber os benefícios da Tecnologia RFID na cadeia logística de gestão de consumíveis clínicos. No último capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho de dissertação, assim como, perspetivas futuras, e limitações encontradas ao longo do desenvolvimento do presente trabalho.

## **CAPÍTULO 2.**

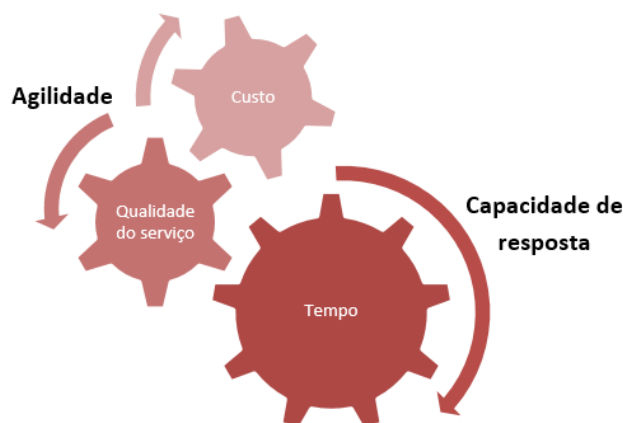
### **ENQUADRAMENTO TEÓRICO**

---

## 1. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O conceito de gestão logística tem como principal objetivo gerir um conjunto de atividades que permitem fazer chegar ao destino o produto correto, na quantidade exata, no tempo certo e ao menor custo. Neste sentido, a gestão de toda a cadeia de abastecimento, *SCM*, torna-se fundamental para o planeamento, a gestão de *stocks* e controlo do abastecimento e de toda a informação relacionada, sendo que deve ser tido em consideração a gestão da compra, do abastecimento, do transporte, do armazenamento e da informação (6).

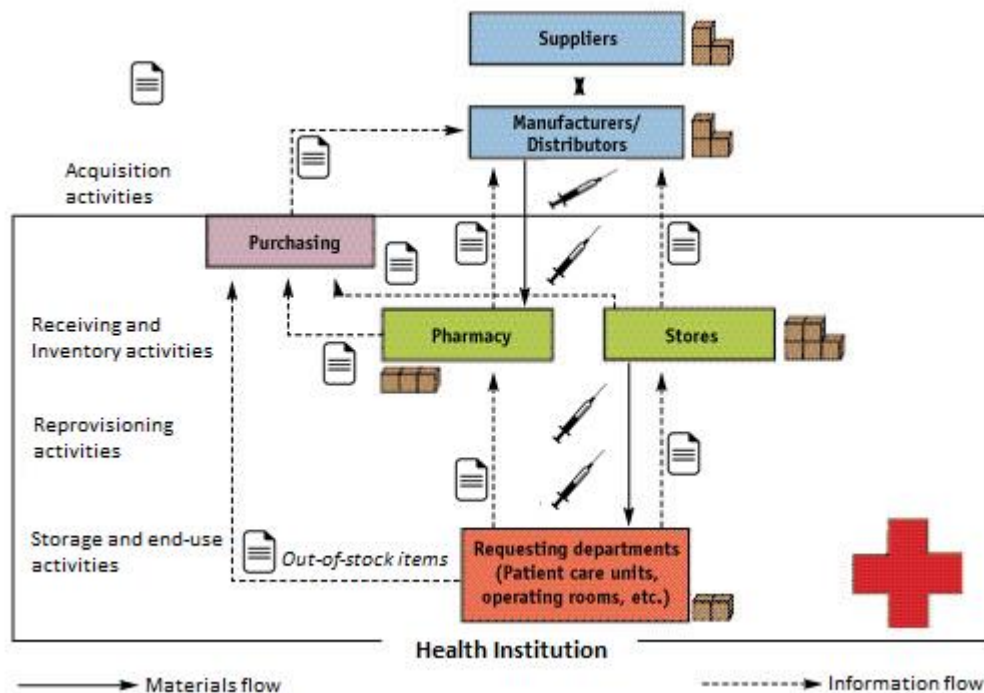
Os processos logísticos devem ser geridos tendo como base as principais variáveis que condicionam a forma de atuação, sendo estes o tempo, o custo e a qualidade do serviço (ver figura 1).



**Figura 1** – Variáveis a ter em consideração na otimização da gestão dos processos logísticos.

A cadeia logística nas unidades que prestam serviços de saúde continua a ser um processo com um grau de complexidade elevado, como se pode ver no exemplo representado na figura 2. Sendo que num mapa de estrutura de custos de um hospital, em geral, os principais custos estão relacionados com a aquisição de material farmacêutico e consumíveis, e com recursos humanos. Uma vez que existe esta despesa considerável com consumíveis, torna-se importante analisar os processos logísticos envolvidos, e identificar possíveis melhorias, sem nunca descurar a qualidade e eficiência do serviço que a unidade de saúde deverá prestar (7).





**Figura 2** – Representação da complexidade dos processos logísticos envolvidos em unidades que prestam serviços de saúde (4).

As unidades de prestação de cuidados de saúde devem proceder à racionalização e otimização dos seus recursos e processos produtivos, de forma, a reduzir/minimizar desperdícios e minimizar o trabalho desnecessário, simplificando os processos ao máximo. Neste sentido, existem um conjunto de filosofias/metodologias que visam a melhoria da qualidade destes processos logísticos, sendo estas (8):

- **Metodologia 5s:** o conceito 5S contém como base as cinco palavras japonesas, *Seiri* (utilização), *Seiton* (arrumação), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (normalizar) e *Shitsuke* (disciplina). Esta metodologia, recorrendo aos seus 5 pilares, visa melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores, a prevenção de acidentes e o aumento de produtividade.
- **Filosofia Kaizen:** o termo Kaizen tem origem na cultura japonesa, e o seu significado é o de melhoria contínua. Esta filosofia refere-se a atividades que melhorem continuamente todo o tipo de processos organizacionais, aumentando a produtividade e a rentabilidade, e consequente redução de custos.
- **Sistema Kanban:** o conceito Kanban tem origem japonesa, e tem o significado de cartão ou etiqueta. É um método visual de gestão de *stocks*. O Kanban tem como principal premissa o conceito *Just in time*, que defende a eliminação de *stocks*.

- **Filosofia *Just in time*:** este conceito defende a eliminação do *stock* de matérias-primas e/ou produtos, sendo que estes apenas devem ser adquiridos apenas quando existe uma necessidade da organização, reduzindo-se os custos daí decorrentes.

Os conceitos acima referenciados estão intrinsecamente relacionados, e quando aplicados nas organizações permitem otimizar a qualidade laboral do trabalhador, aumentar a produtividade e a rentabilidade da organização.

### 1.1. A Tecnologia RFID

A tecnologia RFID ou identificação por radiofrequência permite a identificação de recursos materiais, assim como, de pessoas e animais, tendo uma ampla gama de aplicações nas mais variadas áreas. Na identificação de materiais, pessoas ou animais é-lhes associado um *tag* ou etiqueta que contém um código único que permite distingui-lo dos restantes elementos.

A RFID apresenta grandes vantagens quando comparada com outros meios de identificação, como por exemplo, os códigos de barras. Num sistema de identificação por radiofrequência, as *tags* podem ser lidas pelo leitor a distâncias consideráveis quando comparado com as distâncias de leitura das restantes soluções de identificação. Por exemplo, na leitura do código de barras, o leitor tem de estar a uma distância muito próxima da etiqueta, e o código de barras necessita estar na linha de visão para que seja lido, sendo que na RFID apenas é necessário uma determinada proximidade entre o leitor e a pulseira (ver figura 3). Estes sistemas de identificação apresentam também uma capacidade de leitura de muitas etiquetas em simultâneo, e conseguem guardar mais informação quando comparados com um sistema de código de barras (9).

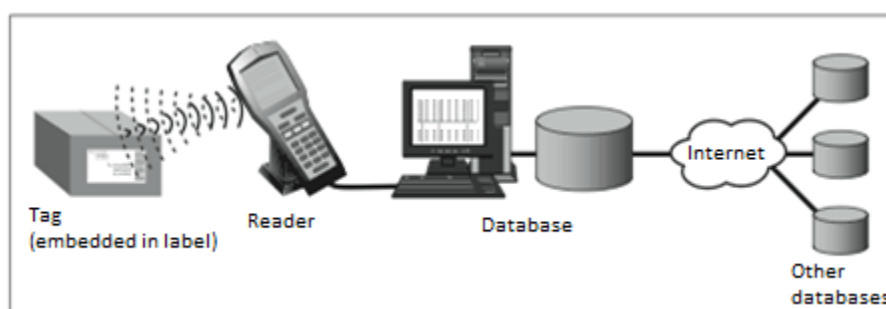


**Figura 3** – Paciente com pulseira código de barras à esquerda, e à direita com uma pulseira RFID.

Os sistemas de RFID vieram contribuir para a automatização de processos de identificação, permitindo também identificar um determinado objeto em específico, contrariamente aos códigos de barras, em que cada código representa um conjunto de objetos de uma determinada classe. Uma outra mais-valia é que a informação contida na *tag* RFID pode ser alterada ao longo do ciclo de vida de um objeto, podendo estas alterações representar, por exemplo, a validade do objeto, ou a data de entrada do objeto num determinado armazém, o que demonstra a versatilidade deste tipo de tecnologia (10).

Um sistema por radiofrequência é composto pelos seguintes constituintes (ver figura 4):

- Etiqueta RFID;
- Leitor RFID;
- Sistema de recolha de dados e armazenamento de informação.



**Figura 4** – Principais componentes de um sistema RFID. A etiqueta RFID é lida pelo leitor, que transmite a informação para uma base de dados. A informação pode ser disponibilizada na internet para outros sistemas ou aplicações.

A *tag* é constituída por uma antena que é ativada por ondas de radiofrequência emitidas pela(s) antena(s) presentes no leitor. A etiqueta, após receber tal estímulo, emite sinais de radiofrequência com características específicas, sendo estes capturados pelo leitor. A informação analógica relativa a este sinal é convertida para sinal digital, e guardada na base de dados do sistema informático. Esta informação é, posteriormente, interpretada por um determinado *software*, de acordo com a aplicação em causa.

### 1.1.1. Principais elementos de um sistema RFID

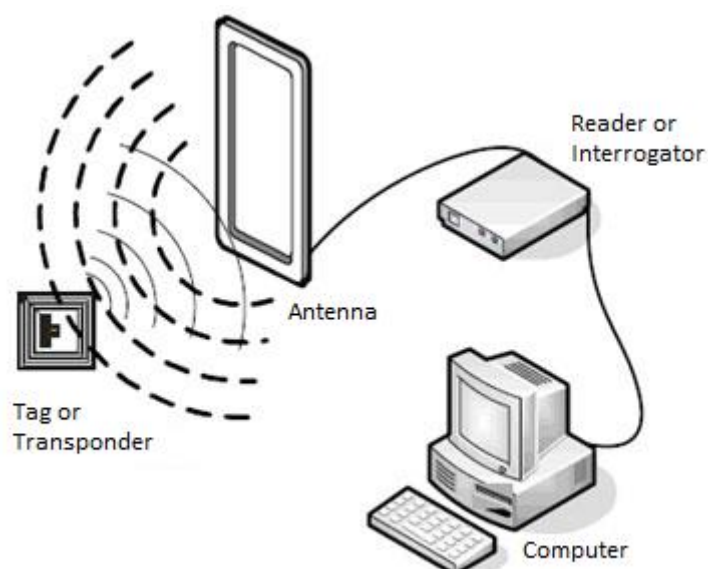
Um sistema RFID é construído e modelado de acordo com a sua aplicação e a sua área de atuação, assim sendo, existem um conjunto de variáveis nestes sistemas a ter em consideração, como o número de leitores, a sua capacidade de leitura, o número de antenas do sistema, e o tipo de *tags* a utilizar. Os principais componentes desta tecnologia encontram-se descritos seguidamente (11).

#### LEITORES

Um leitor RFID emite e capta sinais analógicos. Este produz eletricidade a uma taxa específica, sendo esta transmitida para a antena. A antena, após receber um estímulo elétrico, irradia para o espaço um sinal à mesma taxa, com uma determinada frequência e comprimento de onda.

O leitor não gera apenas o sinal através da antena para o espaço, mas capta também sinais de resposta da *tag*. Este ao receber as ondas analógicas provenientes das *tags*, converte-as numa *string* de zeros e uns, isto é, *bits* de informação digital. Esta informação digital é transmitida para um computador e armazenada e interpretada por um determinado *software*.

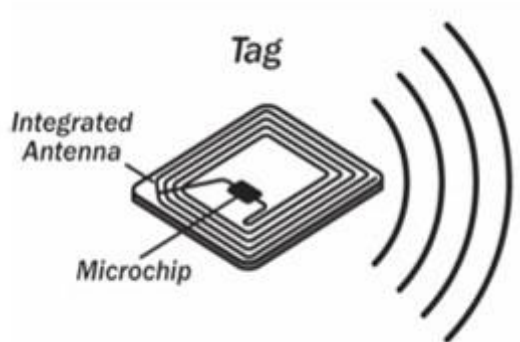
Um leitor pode estar ligado a uma ou mais antenas. Na figura 5 temos representada uma antena ligada a um leitor.



**Figura 5** – Representação de uma antena RFID, ligada a um leitor que emite e recebe o sinal da *tag* (12).

## ETIQUETA RFID

Uma *tag* é constituída por dois componentes básicos: o *chip* ou circuito integrado e a antena (ver figura 6). O *chip* é um minicomputador que contém uma série única de números que identifica um determinado produto ou objeto. A antena da *tag*, uma vez no espaço de alcance do leitor, permite que o *chip* receba energia e comunique com o leitor.



**Figura 6** - Representação de uma etiqueta RFID, composta por um microchip onde a informação é armazenada, e por uma antena integrada que permite a transmissão dos dados.

Existem dois tipos de etiquetas RFID, as ativas que têm uma bateria incluída que alimenta a sua comunicação contínua com o leitor, e as passivas que apenas trocam dados com o leitor quando estão no seu alcance de leitura, isto é, dentro do campo magnético gerado por este. Este último tipo de etiquetas é o mais utilizado, pois não necessitam de uma bateria, o que se traduz em preços mais acessíveis.

O leitor envia uma onda eletromagnética com uma frequência específica. A *tag* passiva, uma vez dentro do campo magnético, adquire energia suficiente deste campo para se alimentar e transmitir a sua informação. Esta onda atinge a *tag*, e a etiqueta envia de volta uma onda com frequência diferente, com a informação codificada contida no *chip*.

As etiquetas RFID e os leitores têm frequências específicas, sendo que existem normas, e valores padrões que podem ser específicos de um país ou continente. O tipo de frequência mais utilizada nestes sistemas é a ultra-frequência, que se encontra na gama dos 915 MHz. Tal facto, é fundamentado por estudos realizados pelo centro Auto-ID do MIT que revelaram que com esta gama de frequências se consegue um maior alcance de leitura das *tags* (13).

As etiquetas podem ainda apresentar outro tipo de características, de acordo com a sua aplicação, como por exemplo, resistência a ambientes corrosivos, suportar temperaturas ou pressões elevadas.

## **MIDDLEWARE**

Os elementos básicos de um sistema RFID não têm utilidade quando isolados, sendo que cada um destes ganha valor quando integrados num sistema logístico, utilizando-se para este fim um *middleware*.

O *middleware* é um *software* que faz a interligação entre o *hardware* que constitui o sistema RFID (antenas, leitores e etiquetas) e o sistema de *software* final, como por exemplo, uma aplicação de gestão de inventário. O *middleware* processa milhares de sinais de *tags* e transmite estes dados ao *software* final, para que se consiga retirar informação dos dados recolhidos (14).

Os elementos de um *middleware* incluem o seguinte:

- Leitor e equipamento de gestão: o *middleware* RFID permite aos utilizadores configurar, monitorizar, desenvolver e executar comandos para o leitor através de uma *interface* intuitiva;
- Gestão de dados: o *middleware* captura dados ou outra informação dos leitores, e tem a capacidade de filtrar a informação e disponibilizar a informação relevante para uma determinada aplicação.

### **1.1.2.      Protocolos e Padrões de Comunicação**

Na área da computação a definição de protocolo, de uma forma geral, passa por uma convenção que permite uma ligação, comunicação, e transferência de dados entre dois sistemas computacionais, ou seja, um conjunto de regras responsáveis pela sintaxe, a semântica e a sincronização da comunicação. Os protocolos são implementados com recurso a *hardware*, *software* ou por uma combinação dos dois (15).

Nos sistemas RFID temos diversos protocolos que regulam a sua comunicação, sendo que entre os mais utilizados temos o EAN.UCC, EPCglobal, UCCnet e a ISO/IEC (ver tabela 1 com exemplos de normas e padrões específicos segundo a ISO/IEC).

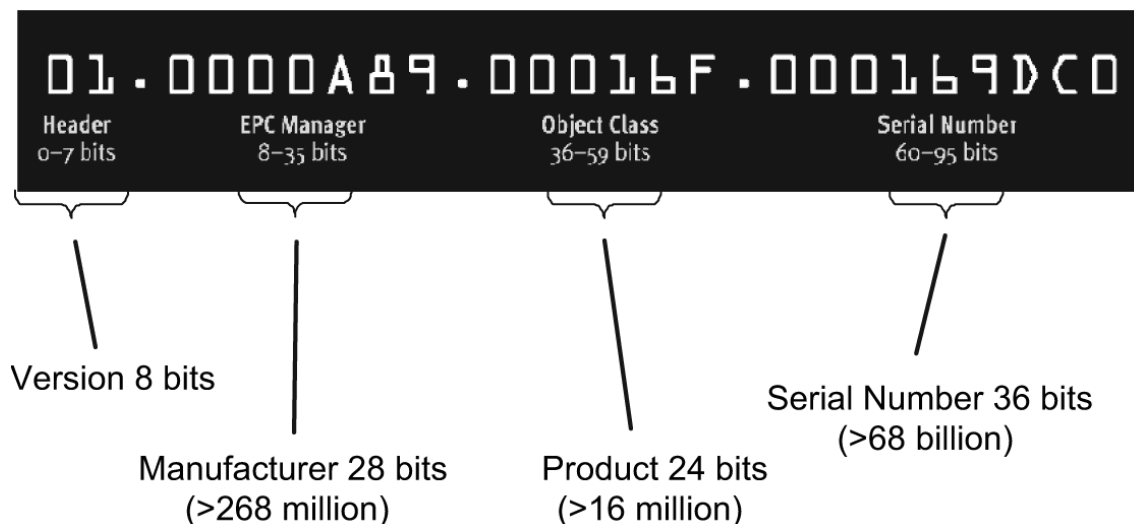
NORMA	TIPO DE CARTÃO DE IDENTIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS REFERENCIADAS PELA NORMA
<b>ISO/IEC 10536</b> Cartões de identificação - cartões de contacto com circuito integrado	Cartão de identificação inteligente, utilizando <i>RFID</i> a 13.56 MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características físicas;</li> <li>- Dimensões e zonas das áreas de conexão;</li> <li>- Sinais eletrónicos e procedimentos de <i>reset</i>;</li> <li>- Protocolos de transmissão.</li> </ul>
<b>ISO/IEC 14443</b> Cartões de identificação - cartões de proximidade com circuito integrado	Cartão de identificação inteligente com longo alcance, utilizando <i>RFID</i> a 13.56 MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características físicas;</li> <li>- Interface aérea;</li> <li>- Inicialização e anti colisão;</li> <li>- Protocolos de transmissão.</li> </ul>
<b>ISO/IEC 15693</b> Cartões de contacto com circuito integrado - cartões de proximidade	N.A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características físicas;</li> <li>- Interface aéreo;</li> <li>- Inicialização e anti colisão;</li> <li>- Protocolos de transmissão.</li> </ul>

**Tabela 1** - Normas e padrões específicos segundo a ISO/IEC para cartões RFID de proximidade (13).

Estes protocolos permitem também aumentar a compatibilidade dos diferentes constituintes de um sistema de radiofrequência, isto é, um sistema poderá ser constituído por componentes de diferentes fabricantes sem se colocar em causa o risco de falha do sistema.

Um leitor RFID pode suportar mais do que um protocolo de comunicação, isto é, pode apresentar a capacidade, por exemplo, para operar a diferentes frequências, e armazenar os dados segundo diferentes normas. O protocolo EPC, *Electronic Product Code*, e as normas ISO são os mais utilizados.

O EPCglobal é o conjunto de normas mais utilizada pelo desenvolvimento da indústria do EPC para suportarem a identificação por radiofrequência. A EPCglobal é responsável por definir o protocolo da *tag* EPC, isto é, a estrutura dos dados escritos na etiqueta e o protocolo de *interface* via aérea. Esta norma permite que haja uma definição de produto única, representada por um conjunto de números únicos. Estes códigos EPC podem apresentar diferentes tamanhos, 64, 96, 128 ou 256 bits e, a estrutura deste conjunto de números divide-se em quatro partes como representado na figura 7.



**Figura 7** - Representação de um código EPC que se encontra na memória de uma tag RFID em conformidade com a norma EPCglobal (13).

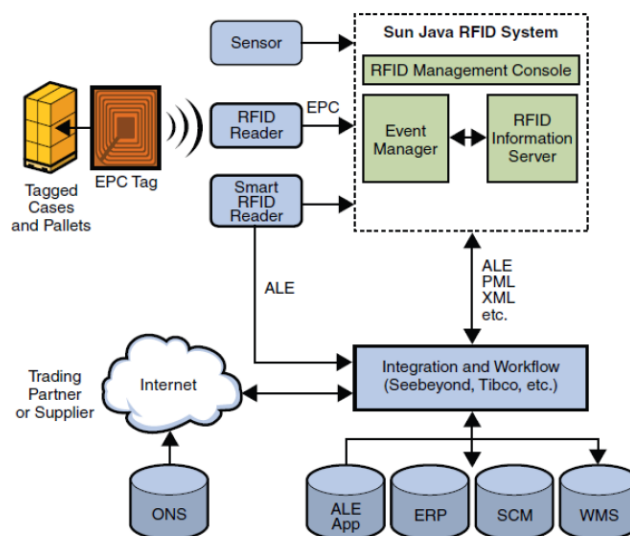
Este código é constituído por um cabeçalho que contém informação de como o código está escrito, uma segunda parte que identifica o fabricante, uma outra que representa o lote do produto, e uma parte final que representa uma identificação única do produto.

### 1.1.3. *Software de Desenvolvimento de Aplicações RFID*

Os dados recolhidos pelas *tags* através dos leitores necessitam ser armazenados e tratados num servidor, para daí se retirar e interpretar a informação relevante para um determinado processo logístico. Existe *software* de desenvolvimento que facilita a implementação e integração destes sistemas, sendo o “Sun java System RFID” uma das *frameworks* mais utilizadas.

O *software* “Sun java System RFID Software” permite uma gestão do *hardware* RFID, das etiquetas e dos leitores, e ajuda a filtrar e a dar sentido aos dados que são enviados pelas *tags*, ainda antes dos dados serem armazenados nos sistemas de informação da empresa. Esta *framework* é, especialmente, focada para desenvolvimento de aplicações que utilizem o protocolo de comunicação EPC. Na figura 8 temos representada a arquitetura deste *software* (16).





**Figura 8** - Representação da arquitetura da framework "Sun Java System RFID" (16).

O gestor de eventos permite uma comunicação com os leitores RFID, de forma, a recolher informação que pode ser armazenada no servidor. Os dados do servidor podem ser enviados para outras aplicações. O gestor de configurações, subcomponente do gestor de eventos, permite ao utilizador seleccionar os equipamentos integrantes do sistema, e também gerir o fluxo de informação obtido através do gestor de eventos. No gestor de eventos existe ainda a possibilidade de se instalarem APIs (*Application Programming Interface*), isto é, um conjunto de funções desenvolvidas por programadores com o objetivo, neste caso em específico, em controlar o fluxo de informação e comunicação com os leitores RFID.

O gestor de eventos comunica com o leitor, de acordo com o seu protocolo de comunicação, recebendo a informação do leitor, e gerando determinados eventos que são, posteriormente, enviados para os restantes componentes do sistema. Esta informação, após ser recolhida, é enviada e armazenada pelo gestor de informação que tem a capacidade de comunicar com outras aplicações, através de diversos protocolos, com o objetivo de enviar a informação recolhida e requerida pelas aplicações.

A gestão deste *software* é feita através de uma *interface* gráfica que permite gerir todo o sistema RFID.

#### 1.1.4. Vantagens e limitações da utilização de sistemas RFID

A tecnologia RFID tem vindo a ser utilizada em cadeias logísticas nas mais variadas áreas com o objetivo de aumentar a eficácia dos processos logísticos e, consequentemente, minimizar os custos associados. Esta solução tecnológica permite também automatizar toda a cadeia logística, reduzir a mão-de-obra de profissionais envolvidos na recolha manual de informação, e minimizar os erros relacionados com a intervenção humana no processo logístico. As principais vantagens destes sistemas são (17):

- Minimizar os custos relacionados com a cadeia logística;
- Otimizar o rastreamento de bens e pessoas em tempo real;
- Automatizar todo o processo logístico, diminuindo a intervenção humana e, consequentemente, minimizando os erros daí resultantes;
- Aumentar a visibilidade sobre o processo de gestão de *stocks*, com o objetivo de reduzir *stocks*;
- Sistemas RFID têm a capacidade de ser implementados em ambientes hostis;
- Aumentar a fiabilidade e a eficiência do sistema logístico.

Uma das grandes limitações destes sistemas RFID está relacionado com o elevado custo dos seus equipamentos. Na tabela 2 temos uma comparação entre as características dos sistemas RFID e dos sistemas de códigos de barras.

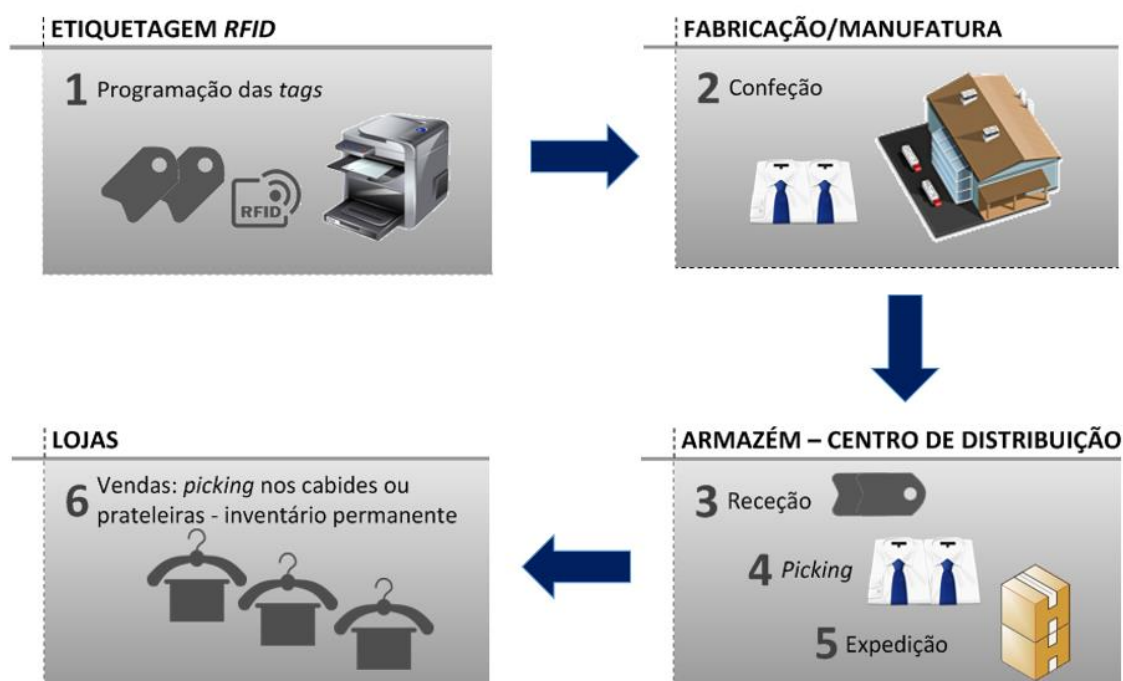
Característica	RFID	Código Barras
Necessidade de contacto visual c/ leitor	Não	Sim
Vida útil	Elevada	Baixa
Escrita de dados	Sim	Não
Leitura em simultâneo	Sim	Não
Capacidade de armazenamento	Elevada	Baixa
Custo	Alto	Baixo
Custo de manutenção	Baixo	Alto
Reutilização	Sim	Não
Distância máxima leitura	Aproximadamente 6 metros	Poucos centímetros

Tabela 2 - Comparação entre a tecnologia RFID e um sistema de códigos de barras (16).

### 1.1.5. Aplicações dos Sistemas RFID

Os sistemas RFID têm vindo a ser amplamente integrados em processo logísticos nas mais variadas áreas. As suas aplicações passam pelos sistemas de pagamento de portagens (um exemplo disto é o sistema Via Verde), o rastreamento em tempo real de bens desde que são fabricados até ao momento em que deixam a cadeia logística (*Throtleman* – empresa de vestuário).

Na *Throtleman* foi implementado um sistema logístico RFID que permite rastrear o produto desde que é fabricado até à chegada ao cliente final. Na figura 9 temos uma esquematização deste sistema logístico.



**Figura 9** - Representação do sistema RFID aplicado à cadeia logística da empresa de vestuário Throtleman (18).

A tecnologia RFID aplicada a este caso em específico permite evitar o desvio de vestuário, acompanhar o percurso dos produtos em todo o processo, automatizar o sistema de logística, e gerir o *stock* de produtos de uma forma mais eficiente.

## 1.2. A Tecnologia RFID no circuito logístico hospitalar

A tecnologia RFID encontra-se já presente em muitas instituições hospitalares com o objetivo de otimizar processos logísticos. Um exemplo de aplicação desta tecnologia, já em utilização, é o *tracking* de dispositivos médicos, pacientes e profissionais pela instituição hospitalar conforme ilustrado na figura 10.

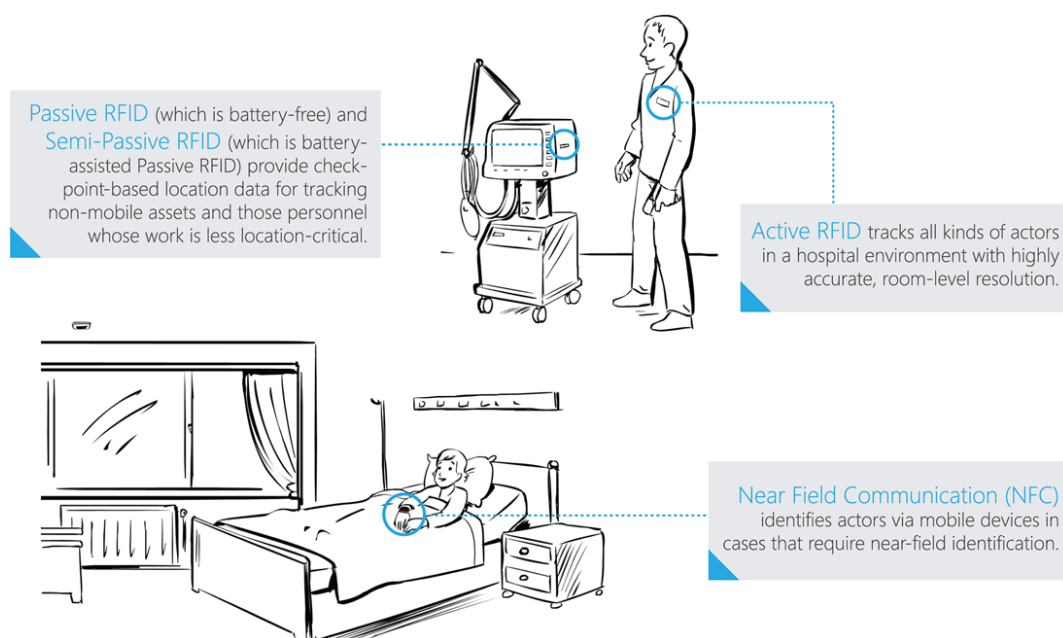


Figura 10 – Tracking de pacientes e dispositivos médicos numa instituição hospitalar (19).

Na instituição hospitalar *Addenbrooke*, localizada em Londres, foram associadas *tags* ativas RFID a, aproximadamente, 10.000 peças de equipamento médico com o objetivo de efetuar o *tracking* dos mesmos. Esta tecnologia foi implementada devido à necessidade do hospital localizar bens, uma vez que o departamento de gestão de equipamentos médicos é responsável por gerir milhares de consumíveis e equipamentos, aproximadamente, 2.000 itens por mês para 45 departamentos no hospital. Este sistema permitiu reduzir os empréstimos dos equipamentos a longo prazo aos departamentos em 35%, diminuiu o tempo de auditoria de 2 horas para 30 minutos, o que permitiu aumentar a frequência de realização das auditorias (20).

Os sistemas RFID podem também ser utilizados para otimizar os processos logísticos relacionados com a gestão dos consumíveis clínicos em todo o seu ciclo de vida na instituição hospitalar. Nesta dissertação estudou-se os benefícios de um modelo logístico baseado na tecnologia RFID, quando comparado com os atuais sistemas de códigos de barras, a solução mais utilizada nos hospitais para gestão de consumíveis clínicos.

## **CAPÍTULO 3.**

### **METODOLOGIA DA DISSERTAÇÃO**

---

## 2. METODOLOGIA DA DISSERTAÇÃO

### 2.1. Materiais e Métodos

A presente dissertação teve em conta a necessidade de otimizar o circuito logístico de gestão de consumíveis clínicos nos armazéns dos hospitais. O estudo realizado baseou-se nos processos logísticos implementados no HPV.

#### 2.1.1. *Caracterização do Hospital Pulido Valente*

O HPV encontra-se estruturado em 30 serviços, ver anexo 1 (21). A gestão de consumíveis clínicos nestes serviços encontra-se centralizada no armazém central que gere o *stock* nos armazéns avançados. Considerando-se como armazém avançado o local de armazenamento dos consumíveis associados a cada serviço. O presente trabalho de dissertação foi realizado com base nos processos logísticos do armazém avançado dos serviços de medicina do HPV, uma vez que este é um dos armazéns que apresenta uma maior necessidade de consumíveis clínicos.

#### 2.1.2. *Modelo Logístico implementado no armazém central dos serviços de medicina do HPV*

A gestão dos consumíveis clínicos no HPV é composta por um conjunto de processos logísticos, sendo que nesta tese apenas se tratou do processo relativo ao reabastecimento do armazém avançado dos serviços de medicina. Na figura 11 e 12 temos uma representação simplificada do ciclo de reabastecimento semanal do armazém avançado dos serviços de medicina do HPV.

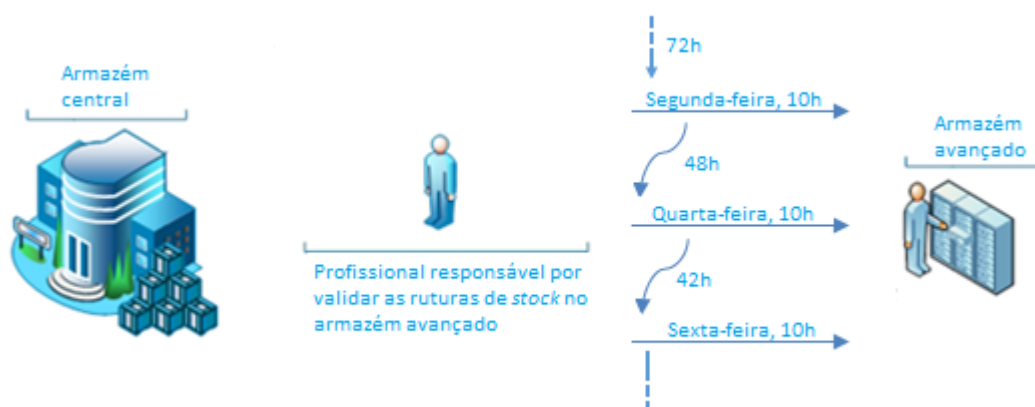
O Hospital Pulido Valente e o Hospital Santa Maria pertencem ambos a um centro hospitalar em comum, o Centro Hospitalar Lisboa Norte. O armazém central de consumíveis clínicos que abastece o CHLN encontra-se situado nas instalações do HSM. Na tabela 3 estão indicados os valores médios para a distância entre o armazém central e o armazém avançado, o tempo de duração da viagem e o seu custo (22).

OPÇÃO	DISTÂNCIA [KM]	TEMPO [MIN]	CUSTO [€]
1	5	15	1,18
2	5	21	1,55
3	7	24	1,79
	5,7	20	1,5

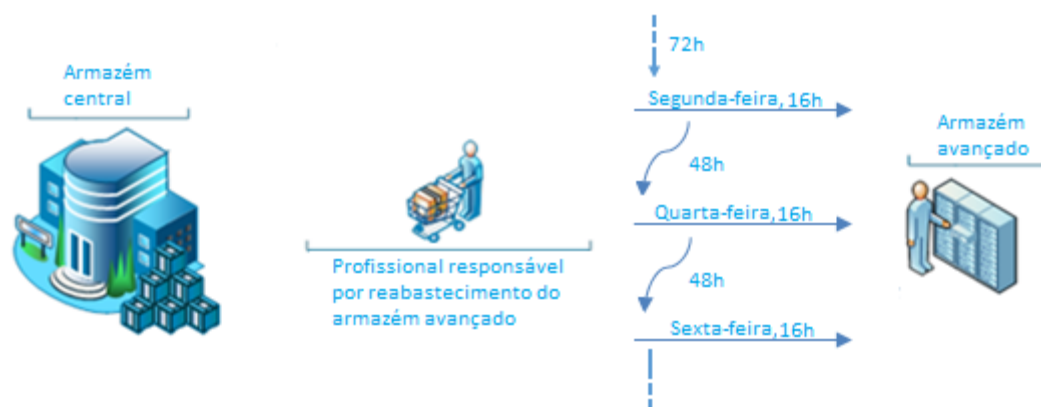
**Tabela 3** - Informação sobre as opções de percurso entre o armazém central no HSM e o armazém avançado do HPV (22).

Na tabela 3 temos representados 3 percursos mais prováveis segundo a via Michelin. A distância média obtida foi de 5,7 Km, o tempo de viagem de 20 minutos com um custo médio de 1,5€.

Neste armazém avançado é utilizado o sistema tradicional de duas caixas, de forma, a controlar o *stock* dos consumíveis. Este processo inicia-se quando um compartimento ativo de um determinado consumível chega ao fim, e este é repostado com o *stock* disponível no compartimento de *backup*, que contém a quantidade suficiente do produto até que seja realizada a sua reposição. É removida a etiqueta com o código de barras do consumível clínico do compartimento de *backup*, e colocada num espaço físico determinado para o efeito. Estas etiquetas são lidas por um assistente operacional com recurso a um leitor de código de barras. Esta tarefa de validação das falhas de *stock* é realizada três vezes por semana por volta das 10 horas às segundas, quartas e sextas-feiras (ver figura 11). O armazém central é reabastecido também com a mesma frequência, mas no período da tarde, às 16h (ver figura 12).



**Figura 11** – Ciclo de validação das quebras de *stock* no armazém avançado dos serviços de medicina do HPV.



**Figura 12** – Ciclo de reposição das quebras de *stock* no armazém avançado dos serviços de medicina do HPV.

No armazém central é feito o *download* da informação relativa às necessidades do armazém avançado, e é impressa uma lista com estas faltas. Os itens são recolhidos no armazém central e, posteriormente, transportados com uma nota de entrega para o armazém. Uma vez no armazém avançado dos serviços de medicina, são repostos os compartimentos de *backup*, e a etiqueta volta a ser colocada neste compartimento, estando desta forma terminado o ciclo de reabastecimento (ver figura 13).





**Figura 13** - Sistema de gestão de *stocks* do armazém avançado dos serviços de medicina no HPV.

O sistema logístico de gestão de consumíveis clínicos implementado no HPV apresenta algumas desvantagens, tais como:

- Não permite ter informação de inventário em tempo real;
- O sistema logístico é suscetível de falhas devido à necessidade de intervenção humana;
- Existe a necessidade de grandes quantidades de *stock* de consumíveis no armazém central de forma a minimizar possíveis quebras de *stock* nos armazéns avançados;
- Implica uma quantidade considerável de profissionais envolvidos, e consequentemente, elevados custos operacionais;
- A quebra de *stock* não é realizada em tempo real, uma vez que apenas será comunicada ao armazém central após validação do assistente operacional. Tal facto, obriga a picos de trabalho no armazém central.

### 2.1.3. Modelo Logístico a implementar

Na presente dissertação foi estudada uma possível otimização ao modelo logístico do armazém avançado do serviço X no HPV, com utilização de um painel RFID de alta frequência. A utilização deste painel no processo de gestão de consumíveis clínicos no armazém avançado teve o objetivo de melhorar:

- Informação de inventário em tempo real;
- Redução de quebras de *stock* de consumíveis clínicos;
- Redução de custos relativos a *staff*, pois evita-se o inventário manual e a observação visual dos cartões kanban;
- Baixo custo com as *tags*, uma vez que os cartões kanban são reutilizáveis.

Este sistema baseado na tecnologia RFID é em parte semelhante ao original. Os consumíveis são colocados em caixas que possuem um cartão kanban RFID, a *tag*, e quando se esgota uma gaveta de um determinado consumível o utilizador remove a *tag* da gaveta, e coloca-a no painel. A gaveta vazia é reposta com os produtos do compartimento de *backup*. Este painel deteta em tempo real os cartões RFID, enviando informação relativa às necessidades do armazém avançado para uma base de dados. Estes dados são disponibilizados ao armazém central em tempo real.

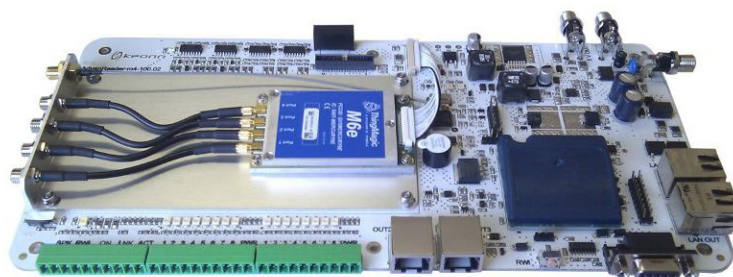
Neste modelo otimizado é suprimida a necessidade de assistentes operacionais responsáveis por validarem as ruturas de *stock* no armazém avançado (ver figura 13).



**Figura 14** – A utilização do painel RFID no processo de gestão de consumíveis clínicos no armazém avançado do HPV, elimina a necessidade do operacional responsável por validar as ruturas de stock.

O caso de estudo foi realizado em ambiente laboratorial devido a limitações logísticas do HPV. No ensaio foi simulado todo o processo logístico efetuado no armazém avançado dos serviços de medicina do HPV. Tendo sido utilizados os seguintes equipamentos:

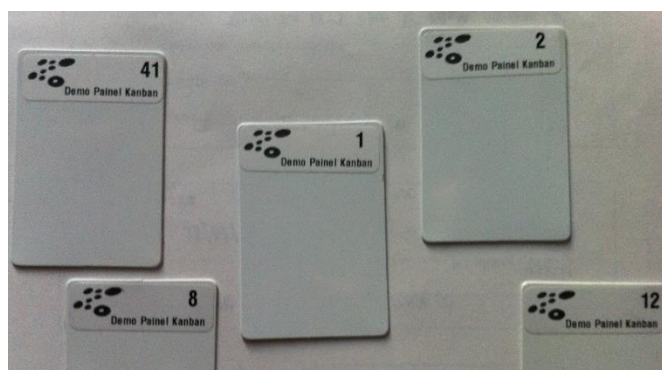
- Painel inteligente RFID UHF Keonn M6e (ver figura 15 e 16, e anexo 2);
- Computador portátil *Toshiba Satellite L650-11E*;
- *Tags* RFID passivas (ver figura 17) com as seguintes características:
  - Material: PVC
  - Dimensões: 64 mm x 44 mm x 1 mm
  - Temperatura de funcionamento: - 20°C a +50°C
- Base de Dados *SQL Server 2012*.



**Figura 15** – Leitor RFID UHF Keonn M6e.



**Figura 16** – Painei da Zetes Burótica com o leitor RFID UHF Keonn M6e incorporado no seu interior.



**Figura 17** – Etiquetas RFID utilizadas no ensaio laboratorial do sistema RFID.

No modelo logístico otimizado passam a ser utilizadas as *tags* RFID em substituição dos códigos de barras. O modelo encontra-se representado na figura 18.



**Figura 18** – Sistema de gestão de *stocks* otimizado, substituindo o código de barras pela tecnologia RFID.

Um sistema RFID constituído por um painel e respetivas *tags* tem um preço, aproximado, de 500€. Sendo que as *tags* são reutilizáveis e apresentam um custo de 0,40€ por unidade.

## 2.2. Medições

Foram recolhidas um conjunto de métricas de performance chave, KPM (*Key Performance Metrics*), de forma a comparar o presente modelo logístico com o modelo otimizado, sendo estas:

- Tempo por pedido, i.e., duração do pedido de um produto em rutura de *stock* ao armazém central;
- Tempo de reposição, i.e., tempo decorrido desde que há a necessidade de repor um consumível até que este seja, efetivamente, reposto;
- Taxa de pedidos por hora, i.e., número de consumíveis com quebra de *stock* por dia;
- Custo do assistente operacional por mês;
- Número de horas por período de trabalho;
- Períodos de trabalho por dia;
- Dias de trabalho por semana;
- Frequência de validação das quebras de *stock*;
- Frequência de reposição de *stock*.

As métricas acima indicadas para o modelo logístico implementado no armazém avançado dos serviços de medicina do HPV foram cedidas pelo Dr. Luís Albuquerque, subdiretor de logística do Centro Hospitalar Lisboa Norte.

De modo, a comparar o modelo logístico em vigor no armazém avançado dos serviços de medicina do Hospital Pulido Valente com o modelo otimizado foram estimadas as KPM para o sistema logístico baseado em RFID.

A metodologia adotada dividiu-se em duas fases: estudo analítico dos dados do atual modelo logístico do HPV, e posteriormente, na análise dos dados obtidos no ensaio laboratorial deste modelo. Foram comparados os resultados obtidos entre os dois modelos com objetivo de perceber se houve melhoria com a adoção da Tecnologia RFID.

As métricas de *performance* para o novo modelo logístico foram valores obtidos laboratorialmente devido à impossibilidade de realizar um ensaio no HPV, e encontram-se descritas abaixo.

No momento em que um consumível clínico entra em rutura de *stock* no armazém avançado torna-se necessário efetuar um pedido ao armazém central, sendo que o tempo perdido para

efetuar este pedido designa-se por tempo de pedido, i.e., o tempo necessário para colocar o cartão kanban no painel RFID. O tempo de reposição é o que decorre entre o pedido de reposição do produto até que este seja, efetivamente, repostado. A taxa de pedidos por dia é o número produtos que entram em rutura de *stock* diariamente.

No novo modelo logístico existiu um conjunto de métricas que se mantiveram idênticas ao modelo implementado, sendo estas: o custo mensal do assistente operacional para o HPV, o número de horas por período de trabalho, os períodos de trabalho diários e os dias de trabalho por mês.





## **CAPÍTULO 4.**

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

---

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos para as métricas de *performance* para ambos os modelos logísticos encontram-se representados na tabela 4.

<i>Key Performance Metrics</i> [KPM]	Modelo logístico HPV	Modelo logístico otimizado c/ RFID	Ganhos [%]
Tempo por pedido [s]	42	5	88
Tempo de reposição [h]	56	56	0
Taxa pedidos por dia	40	40	0
Custo mensal assistente operacional [€]	900	900	0
Nº horas por período de trabalho	8	8	0
Períodos de trabalho por dia	1	1	0
Dias de trabalho por mês	22	22	0
Frequência validação das quebras de <i>stock</i>	3	0	100
Frequência reposição de <i>stock</i>	3	3	0

Tabela 4 – Métricas de *performance* obtidas para ambos os modelos logísticos.

Abaixo encontra-se calculado o custo por hora de um assistente operacional para o HPV, considerando-se as 8 horas de trabalho por dia, 1 período de trabalho diário, 22 dias de trabalho por mês e um custo mensal para o hospital de 900€.

$$\text{Custo assistente operacional} = \frac{\text{custo mensal}}{\text{nº horas mensais trabalho}} = \frac{900\text{€}}{8h \times 22d} = 5,114 \text{ €/h}$$

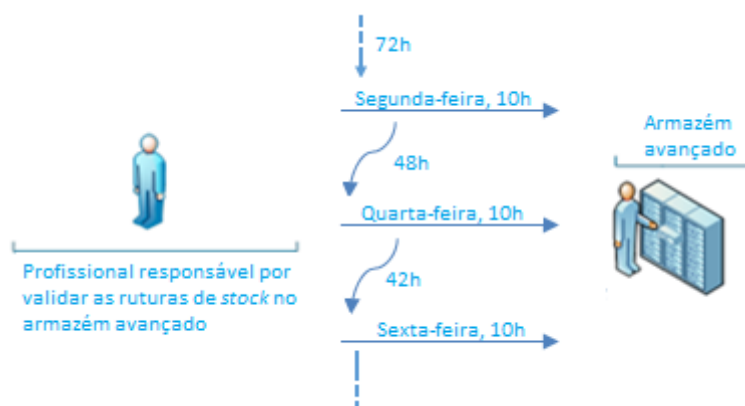
Um assistente operacional tem um custo de, aproximadamente, 5,1€ por hora para o CHLN.

No modelo logístico do armazém avançado dos serviços de medicina do HPV o tempo médio por pedido de um consumível ao armazém central foi calculado da seguinte forma:

$$\text{Tempo por pedido} = \frac{\text{Tempo de deslocação (ida e volta)} + \text{Tempo validação quebras stock no HPV}}{\text{Número de pedidos}}$$

O tempo por pedido varia consoante o dia da semana em que a validação das ruturas de *stock* é realizada, uma vez que este depende do número de pedidos a realizar. O número de pedidos

a realizar varia consoante o tempo entre deslocações do assistente operacional ao armazém avançado, sendo que temos 2 hipóteses conforme representado na figura 19.



**Figura 19** – Ciclos de validação de quebras de *stock* de consumíveis clínicos por semana no armazém avançado dos serviços de medicina do HPV.

O tempo por pedido encontra-se abaixo calculado para as 2 hipóteses possíveis (em minutos).

- Validação das quebras de *stock* à segunda-feira - intervalo de 72 horas:

$$\begin{aligned} \text{Tempo por pedido} &= \frac{\text{Tempo de deslocação} + \text{Tempo validação quebras stock no HPV}}{\text{Número de pedidos}} \\ &= \frac{(20 + 20) + 30}{120} = 0.58\text{min} = 35\text{s} \end{aligned}$$

- Validação à Quarta ou Sexta-feira:

$$\begin{aligned} \text{Tempo por pedido} &= \frac{\text{Tempo de deslocação} + \text{Tempo validação quebras stock no HPV}}{\text{Número de pedidos}} \\ &= \frac{(20 + 20) + 20}{80} = 0,75\text{min} = 45\text{s} \end{aligned}$$

O tempo por pedido foi obtido através da média dos tempos dos três dias, sendo que se obteve um tempo de, aproximadamente, 42 segundos.

No modelo logístico otimizado com o sistema RFID obteve-se um tempo médio por pedido de 5 segundos. Esta redução de 88% foi conseguida pois quando existe a quebra de *stock* apenas existe a necessidade de colocar a etiqueta RFID no painel, sendo que a informação das quebras de *stock* passou a ser reportada ao armazém central em tempo real. Na quebra de *stock* de um

consumível clínico apenas é necessário colocar a *tag* RFID no painel. O sistema RFID comunica a rutura de *stock* ao armazém central, eliminando-se a necessidade do assistente operacional se deslocar ao armazém avançado para validar as ruturas dos consumíveis.

O assistente operacional passa a necessitar de se deslocar apenas 3 vezes por semana ao hospital para reposição dos consumíveis, sendo que deixa de validar as quebras de *stock*. Esta diminuição de visitas, 6x/semana para 3x/semana, permite uma poupança semanal para o departamento de logística que se encontra abaixo calculada.

$$\text{Poupança 2ªfeira} = \text{Gastos viagem} + \text{Gastos assistente oper.} = (2 \times 1,5) + 5,1 = 8,1\text{€}$$

$$\begin{aligned}\text{Poupança 4ª/6ªfeira} &= \text{Gastos viagem} + \text{Gastos assistente oper.} = (2 \times 1,5) + 4,25 \\ &= 7,25\text{€}\end{aligned}$$

$$\text{Poupança semanal} = \text{Poup. 2ª} + \text{Poup. 4ª} + \text{Poup. 6ª} = 15,35\text{€/semana}$$

A poupança anual gerada pela redução de visitas do assistente operacional, considerando um ano com 52 semanas, é de 798,2€. Esta alteração num conjunto de armazéns avançados do hospital pode traduzir-se em milhares de euros poupados para o departamento de logística.

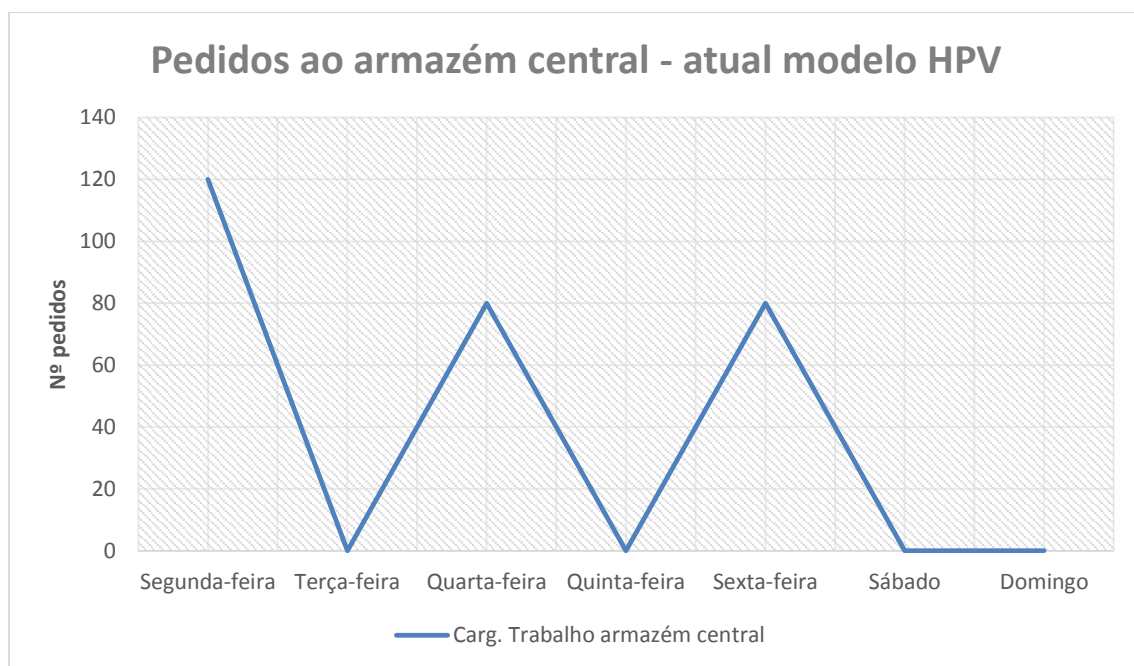
Considerando uma poupança anual de 798,2€ o investimento de 500€ num sistema RFID composto por um painel e respetivas *tags* seria recuperado num prazo, aproximadamente, de 7 meses. Existem ainda outro tipo de ganhos com o sistema RFID que devem ser considerados.

No modelo implementado no armazém avançado do HPV para além de um tempo por pedido mais elevado, temos ainda a considerar o tempo que é necessário aguardar desde que existe, efetivamente, uma rutura de *stock* até que o pedido seja realizado ao armazém central. Um dos exemplos mais extremos, é a situação em que existe uma rutura de *stock* de um consumível clínico, imediatamente, após o assistente operacional ter realizado a validação das quebras de *stock* no armazém avançado numa sexta-feira às 10h00m. Esta necessidade apenas será registada no armazém central após a próxima visita do operacional ao armazém avançado, na segunda-feira às 10h:00m, o que se traduz num tempo de espera de 72 horas. Esta limitação não acontece com o sistema RFID, uma vez que a rutura de *stock* de um consumível passa a ser comunicada ao armazém central no momento.

A utilização do modelo com o sistema RFID permitiu reduzir o tempo do pedido de um consumível clínico ao armazém central, e também possibilitou ao armazém central acompanhar as necessidades do armazém avançado em tempo real. Esta capacidade do armazém central acompanhar as quebras de *stock* em tempo real pode influenciar numa possível redução da frequência de reposição de consumíveis clínicos e, consequentemente, na

redução de custos relacionados com estes processos logísticos. Esta melhor perceção das quebras de *stock* por parte do armazém central permite reduzir as suas quantidades de *stock*, traduzindo-se num benefício financeiro para o departamento logístico do CHLN.

A utilização da tecnologia RFID evita a existência de picos de trabalho no armazém central, uma vez que a informação passa a estar disponível em tempo real para o armazém central. Tal não acontece com o modelo implementado no armazém avançado do HPV, onde a informação é recolhida com uma frequência de 3 vezes por semana (ver figura 20).



**Figura 20** – Representação da carga de trabalho para o armazém central, i.e., o número de consumíveis clínicos pedidos ao armazém central no modelo implementado no HPV.

O modelo logístico com o sistema RFID apresentou um conjunto de benefícios para os processos logísticos do armazém avançado do HPV. Providenciou uma visibilidade em tempo real sobre as quebras de *stock* do armazém avançado para o armazém central, permitindo assim uma redução de *stocks* no armazém central. A informação em tempo real evitou ainda picos de trabalho no armazém central, contribuindo para melhorar a qualidade de trabalho dos profissionais a operar no armazém central, e consequentemente, aumentar os seus níveis de produtividade.

A combinação de um conjunto de painéis distribuídos pelos vários armazéns avançados do CHLN permitiria uma maior visibilidade sobre as quebras de *stock* para o armazém central, e iria permitir uma geração de poupança considerável. Esta tecnologia iria permitir ainda uma redução no tempo de processamento dos pedidos ao armazém central, um aumento do nível de serviço e uma redução dos produtos em falta no armazém central.

## **CAPÍTULO 5.**

### **CONCLUSÃO**

---

## 4. CONCLUSÃO

As tecnologias na área dos sistemas de informação apresentam uma grande importância nos dias de hoje. As novas descobertas tecnológicas estão presentes nas mais diversas áreas do dia-a-dia, tais como a saúde, os transportes, a segurança, as telecomunicações, entre outras.

No sentido de acompanhar a evolução e criar novos desafios tecnológicos que melhorem a qualidade de vida de cada um, o presente projeto teve como objetivo demonstrar os benefícios da aplicação de uma solução tecnológica na área dos sistemas de identificação por radiofrequência na saúde.

Este trabalho visa a implementação de um modelo logístico, não só na ótica da melhoria da qualidade de trabalho para o profissional, como também na ótica da gestão hospitalar.

A implementação do painel RFID no armazém avançado do HPV permitiu que o tempo médio por pedido de um consumível clínico em quebra de *stock* diminuísse em 88%. Esta redução foi conseguida devido ao assistente operacional deixar de ter necessidade de se deslocar ao HPV para validar as ruturas de *stock*. Este sistema RFID permitiu ainda ao armazém central uma maior visibilidade sobre as ruturas de *stock* do armazém avançado, conseguindo-se assim uma redução de *stocks* dos produtos no armazém avançado e central, e consequentemente, uma redução de custos para o departamento de logística.

O ensaio laboratorial do modelo logístico baseado no sistema RFID foi uma grande limitação deste trabalho de dissertação. De forma a obter resultados mais realistas, deveria ter sido testada esta tecnologia no armazém avançado dos serviços de medicina do HPV.

A implementação do sistema RFID apresentou um conjunto de benefícios para os processos logísticos do CHLN. A aplicação desta tecnologia permite uma otimização nos processos logísticos que tem por base o conjunto de filosofias da área da logística, a metodologia 5S, a filosofia Kaizen, o sistema kanban e a filosofia *Just in time* que visam a melhoria da qualidade laboral do trabalhador, o aumento de produtividade e a rentabilidade da organização.



#### **4.1. Perspetivas Futuras**

Numa investigação futura prevê-se a realização do ensaio do sistema RFID no armazém avançado dos serviços de medicina do HPV, com o objetivo de tornar os resultados do ensaio mais realistas. Sendo que, posteriormente, deverá ser realizado um estudo do melhor modelo logístico a implementar na unidade de saúde, abordando para isso os seguintes tópicos: vantagens e limitações de cada um dos modelos quer económico-financeiras, técnicas, bem como dos equipamentos tecnológicos; implementação do modelo mais apropriado; desenvolvimento de um *software* integrado ao modelo a implementar, com recurso a uma *framework* de desenvolvimento para aplicações RFID; implementação de estudo piloto e análise dos resultados obtidos.



**REFERÊNCIAS**

---

## REFERÊNCIAS

- (1) Vitasek K. (2013). *Supply Chain Management - Terms and Glossary*. CSCMP - Council of Supply Chain Management Professionals.
- (2) Poulin E. (2003). *Benchmarking the hospital logistics process: a potential cure for the ailing healthcare sector*. CMA Management. Vol. 77 Issue.1: p.20-24.
- (3) Messner S. (2010). *Procurement strategies in the health sector – How advanced are procurement processes in Portuguese hospitals*.
- (4) Jarrett P.G. (2006). *An analysis of international health care logistics: The benefits and implications of implementing just-in-time systems in the health care industry*. Leadership in Health Services, Vol. 19 Iss: 1, pp.1 – 10.
- (5) Bendavid Y., Boeck H. & Philippe R. (2011). *RFID and the hospital replenishment process*.
- (6) Farahani R. (2011). *Logistics Operations and Management: Concepts and Models*. Singapore: Elsevier.
- (7) Carvalho J. (2013). *Logística na Saúde*. Portugal: Edições Sílabo.
- (8) Parker J. (2012). 5S and Kaizen for Process Improvement. Business Analysis. Disponível: <http://enfocussolutions.com/5s-and-kaizen-for-process-improvement/>
- (9) Mountain H. (2012). *RFID Simplifies Improvements to Hospital Bedside Care*. Disponível: <https://software.intel.com/en-us/articles/rfid-simplifies-improvements-to-hospital-bedside-care>.
- (10) Vilamovska A., Hatziandreu E., Schindler R. & Orange C. (2008). *Study on the requirements and options for RFID application in healthcare*. Rand Europe.
- (11) Jones E., Chung C. (2011). *RFID and Auto-ID in planning and logistics*. U.S.A.: CRC Press.

- (12) BarcodesInc. (2013). *Choosing the Right RFID Technology*. Disponível:  
<http://www.barcodesinc.com/info/buying-guides/rfid.htm>
- (13) Sweeney P.J. (2005). *RFID for Dummies*. Wiley.
- (14) Hunt V., Puglia A. & Puglia M. (2007). *RFID – A guide to Radio Frequency Identification*. New Jersey: Wiley.
- (15) Miroslav P. (2006). *Communication Protocol Engineering*. s.l.: Springer.
- (16) Microsystems, Sun. (2014). *Sun RFID and Sensors Community*  
Disponível: <http://sun.java.net/rfid-sensors>.
- (17) Guitton A. (2004). *The Value of RFID in Transportation*. s.l.: Massachussets Institute of Technology.
- (18) Pedro H. (2013). *RFID - Case Study*. Throttleman.
- (19) Bordatech (2013). *RFID Real-Time Tracking Solutions*. Disponível:  
<http://www.bordatech.com/tracking.html>
- (20) Harland Simon. (2014). *RFID Discovery Case Study*. Bond Avenue, Bletchley, Milton Keynes, United Kingdom, MK1 1TJ. Disponível:  
<http://www.harlandsimon.com>
- (21) Portal da Saúde. (2014). *Centro Hospitalar Lisboa Norte*. Disponível:  
<http://www.portaldasaude.pt/>
- (22) Viamichelin. (2015). *Viamichelin Maps and Route Planner*. Disponível:  
<http://www.viamichelin.com/>



# ANEXOS

---

**Anexo 1** - Serviços do Hospital Pulido Valente.

SERVIÇO
Anestesiologia
Angiologia e Cirurgia Vascular
Cardiologia
Cirurgia Geral
Dermato-Venereologia
Estomatologia
Gastrenterologia
Imunoalergologia
Imunohemoterapia
Medicina Física e de Reabilitação
Medicina Interna
Oncologia Médica
Otorrinolaringologia
Pneumologia
Urologia
Oxigenoterapia de Longa Duração
Obesidade
Patologia do Sono
Psicologia
Tabagismo e Desabituação
Cardiologia Pace
Dermatologia Pediátrica
Hepatologia
HTA/Dislipidemias
Nutrição
ORL/Surdez Infantil
Proctologia
Cirurgia de Ambulatório
Cirurgia Digestiva
Imunodeficiência



## **Anexo 2** - Tabela com as especificações técnicas do leitor RFID cedidas pelo fabricante.

<b>Air Protocol Interface</b>	<b>EPCglobal UHF Class 1 Gen 2 / ISO 18000-6C</b>
<b>Supported regions</b>	FCC (NA, SA) 902 MHz - 928 MHz ETSI (EU, IN) 865.6 MHz - 867.6 MHz MIC (KR) 910 MHz - 914 MHz SRRC-MII (P.R.China) 920 MHz - 925 MHz Brazil: 902-907,5 MHz and 915-928 MHz (by using channel selection) ACMA (AU, NZ) 920 MHz – 926 MHz Open region
<b>RF connections</b>	Four 50 ohm SMA connectors for monostatic antennas
<b>RF Power</b>	Programmable from 5 dBm to 31.5 dBm in 0.5 dBm steps. (Maximum power may have to be reduced to meet regulatory limits)
<b>Max tag read distance</b>	Up to 9 m (33 feet) with 6dBi gain antennas
<b>Max tag read throughput</b>	Up to 400 tags/second
<b>Data communications</b>	Ethernet: IEEE 802.3 up to 100 Mbps Wifi: IEEE 802.11 b/g, WEP security, IEEE 802.11i-PSK, WPA-PSK, TKIP Serial: Up to 912500 bauds
<b>Power supply</b>	Power Over Ethernet (PoE): IEEE 802.3af and 802.3at (Type 1 & Type 2) 24 V @ 1 A (DC) through an external power supply
<b>Output power</b>	5 V @ 200 mA (DC) isolated power supply to feed external devices and circuitry
<b>On-board sensors and actuators</b>	Buzzer, light sensor, humidity sensor (optional)
<b>On-board LED indicators</b>	Power on LED 5 V (DC) isolated power on LED Microprocessor LED (flashing LED) Serial Rx LED Serial Tx LED 8 x digital output LED 8 x digital input LED
<b>Inputs</b>	8 x digital inputs - Optically isolated - 0 V to 30 V (DC)
<b>Outputs</b>	Direct LED connections Power on LED, Ethernet link LED, and Ethernet activity LED or Wifi status LED 8 x digital outputs optically isolated, sink up to 15 mA Other outputs: 8 ohm / 2 W loudspeaker 2 x RJ45 to directly connect to other Keonn devices, such as AdvanMux and AdvanPhaser
<b>Power consumption</b>	Idle consumption < 3 W Max consumption (@31.5 dBm) < 12.5 W
<b>Temperature</b>	-20 °C to +60 °C
<b>Size with enclosure</b>	291 mm x 158 mm x 29 mm
<b>Size without enclosure</b>	291 mm x 158 mm x 22 mm
<b>Weight with enclosure</b>	810 g
<b>Weight without enclosure</b>	385 g